

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 46 756.0

**Anmeldetag:** 07. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** esser-effeff alarm GmbH, Neuss/DE

**Bezeichnung:** Branderkennungsverfahren und Brandmelder zu dessen Durchführung

**IPC:** G 08 B 17/107

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 1. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Jerofsky

esser-effeff alarm GmbH

07.10.2002

5

37.928-rp/ek

**Branderkennungsverfahren  
und Brandmelder zu dessen Durchführung**

- 10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Branderkennung nach dem Streulichtprinzip durch gepulste Einstrahlung einer Strahlung einer ersten Wellenlänge längs einer ersten Strahlungsachse sowie einer Strahlung einer zweiten, demgegenüber kürzeren Wellenlänge längs einer zweiten Strahlungsachse in ein Messvolumen und Messung der an in dem Messvolumen befindlichen Partikeln gestreuten Strahlungen unter einem Vorwärtsstreuwinkel von mehr als  $90^\circ$  und unter einem Rückwärtsstreuwinkel von weniger als  $90^\circ$ .
- 15
- 20 Die Erfindung betrifft des Weiteren einen Streulicht-Brandmelder zur Durchführung dieses Verfahrens.

- 
- Aus der WO 01/59 737 ist ein insbesondere zum Einbau in Lüftungs- und Klimakanäle bestimmter Streulichtmelder bekannt, der nach dem eingangs genannten Verfahren arbeitet und in dessen Messkammer eine erste LED infrarotes Licht und eine zweite LED blaues Licht einstrahlen. Die LEDs werden abwechselnd gepulst. Die von der "infraroten" LED erzeugte Strahlung ermöglicht die Erkennung von großen Partikeln, die typisch für einen Schwelbrand sind. Die von der "blauen" LED erzeugte Streustrahlung ermöglicht die Erkennung von kleinen Partikeln, die typisch für Brände mit offener Flamme sind. Erklärt wird das mit dem Gesetz von Rayleigh, wonach die Intensität des gestreuten Lichts für Partikel, die kleiner als die Wellenlänge sind, mit der vierten Potenz der Wellenlänge abnimmt. Letzteres ist zwar
- 25
- 30
- 35

- richtig, wird aber den tatsächlichen Verhältnissen bei der Branderkennung nach dem Streulichtprinzip nicht gerecht. Der bekannte Brandmelder umfasst nur einen Fotoempfänger, der nur zwei Informationen über die Streustrahlungsintensitäten liefert, nämlich je nach Ausführungsform entweder die Intensität der Vorwärtsstreustrahlung im infraroten und im blauen Wellenbereich oder die entsprechenden Intensitäten der Rückwärtsstreustrahlungen oder auch die Intensität der Vorwärtsstreustrahlung im infraroten Wellenlängenbereich und der Rückwärtsstreustrahlung im blauen Wellenlängenbereich. Die jeweiligen Anordnungsgeometrien führen allerdings dazu, dass die Messvolumina, aus denen die jeweilige Streustrahlung stammt, nicht identisch sind.
- 15 Aus der DE 199 02 319 ist ein Brandmeldeverfahren bekannt, bei dem die Alarmentscheidung in Abhängigkeit von dem Verhältnis der Intensität der IR-Vorwärtsstreustrahlung zu der Intensität der IR-Rückwärtsstreustrahlung getroffen wird. Der entsprechende Brandmelder arbeitet wahlweise mit zwei
- 20 Infrarot-LEDs und einem Fotoempfänger oder umgekehrt mit einer Infrarot-LED und zwei Fotoempfängern. Der Winkel, unter dem die Vorwärtsstreustrahlung gemessen wird, beträgt vorzugsweise 140° und der Winkel, unter dem die Rückwärtsstreustrahlung gemessen wird, beträgt vorzugsweise 70°. Die
- 25 Bildung des Verhältnisses der Intensitäten der Vorwärts- und der Rückwärtsstreustrahlung ermöglicht die Unterscheidung heller von dunklen Rauchsorten, weil heller Rauch ein hohes Vorwärtsstreusignal und ein vergleichsweise kleines Rückwärtsstreusignal liefert, während umgekehrt dunkler
- 30 Rauch ein geringeres Vorwärtsstreusignal aber ein im Verhältnis dazu höheres Rückwärtsstreusignal liefert. Die Verarbeitung der absoluten Intensitäten oder Signalpegel unter Berücksichtigung der grundsätzlich niedrigeren Intensitäten im Rückwärtsstreubereich im Verhältnis zu den von
- 35 den gleichen Partikeln in gleicher Konzentration im Vorwärtsstreubereich erzeugten Intensitäten und die gleichzei-

tige Verarbeitung der Verhältnisse oder Quotienten dieser Signalpegel ermöglicht es auch, bestimmte Täuschungsgrößen von Rauch zu unterscheiden. Z.B. erzeugt Wasserdampf in hoher Konzentration ein hohes Vorwärtsstreusignal, das nach  
5 dem älteren Stand der Technik zur Auslösung eines Alarms, in diesem Fall jedoch eines Falschalarms, führt. Die Bildung des Quotienten aus der Vorwärtsstreuintensität und der Rückwärtsstreuintensität ergibt jedoch einen für Wasserdampf charakteristischen Wert, der weitgehend konzentrationsunabhängig ist. Durch Ermittlung dieses Quotienten und Berücksichtigung dessen in der weiteren Signalverarbeitung kann somit der anderenfalls entstehende Falschalarm unterdrückt werden. Das bekannte Verfahren und der danach arbeitende Melder haben jedoch mit allen anderen bekannten Konstruktionen von mit Infrarotlicht arbeitenden Streulicht-Brandmeldern den Nachteil einer unzureichenden Empfindlichkeit für kleine und sehr kleine Partikel gemeinsam. Das erschwert vor allem die rechtzeitige Erkennung von offenen Feuern, insbesondere Holzfeuern, deren Rauch durch eine  
10 sehr kleine Partikelgröße gekennzeichnet ist. Bei einer entsprechenden Gefährdungslage müssen daher nach wie vor die auf kleine Partikel sehr gut ansprechenden Ionisationsbrandmelder eingesetzt werden, die mit einem schwach radioaktiven Präparat arbeiten. Wegen dieses radioaktiven Präparates ist die Fertigung von Ionisationsbrandmeldern aufwendig und ihr Einsatz unbeliebt und in manchen Ländern sogar generell untersagt.  
15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren  
30 zu schaffen, das mit geringem zusätzlichem Aufwand die Empfindlichkeit von Streulicht-Brandmeldern für kleine Partikel und damit die Verwendbarkeit solcher Melder zur Erkennung von heißen und sehr heißen Bränden erheblich verbessert, ohne dass dies auf Kosten einer erhöhten Falschalarmhäufigkeit geht.  
35

Bei dem Verfahren der einleitend angegebenen Gattung ist diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die Vorwärtsstreustrahlungen und die Rückwärtsstreustrahlungen der ersten und der zweiten Wellenlänge getrennt voneinander gemessen und aus-  
 5 gewertet werden.

In jedem Messtakt lassen sich auf diese Weise vier Messwerte gewinnen, die sowohl einzeln verarbeitet als auch miteinander kombiniert werden können, um nach Vergleich mit  
 10 zugeordneten Referenzwerten eine sichere Alarmentscheidung treffen zu können.

Bevorzugt werden daher von den Signalpegeln, die den vier gemessenen Intensitäten der Streustrahlungen entsprechen,  
 15 die korrespondierenden Ruhewertpegel, multipliziert mit einem Faktor  $\leq 1$ , subtrahiert, die Ergebniswerte gewichtet und die gewichteten Werte in einer Auswertelogik verrechnet, mit gespeicherten Werten verglichen, die Vergleichsergebnisse verknüpft und bewertet; ergebnisabhängig wird  
 20 mindestens ein Alarmsignal erzeugt (Anspruch 2). Je nach in dem Melder implementierter Intelligenz können ergebnisabhängig z.B. ein Voralarmsignal, ein Rauchidentifizierungssignal, ein Hauptalarmsignal usw. erzeugt werden.

25 Insbesondere können das Verhältnis zwischen den gewichteten Werten der Vorwärtsstreustrahlungsintensität und der Rückwärtsstreustrahlungsintensität der ersten Wellenlänge und das Verhältnis zwischen den gewichteten Werten der Vorwärtsstreustrahlungsintensität und der Rückwärtsstreustrahlungsintensität der zweiten Wellenlänge gebildet und in  
 30 einer Auswertelogik verrechnet, mit gespeicherten Werten verglichen, die Vergleichsergebnisse verknüpft und bewertet sowie ergebnisabhängig mindestens ein Alarmsignal erzeugt werden (Anspruch 3).

35 Weiter können das Verhältnis der gewichteten Werte der Vor-

- wärtsstreustrahlungsintensität der ersten und der zweiten Wellenlänge und das Verhältnis der gewichteten Werte der Rückwärtsstreustrahlungsintensität der ersten und der zweiten Wellenlänge gebildet und die ermittelten Verhältnis-
- 5 werte in einer Auswertelogik verrechnet, mit gespeicherten Werten verglichen, die Vergleichsergebnisse verknüpft und bewertet sowie ergebnisabhängig mindestens ein Alarmsignal erzeugt werden (Anspruch 4).
- 10 Zusätzlich können die ermittelten Verhältniswerte ihrerseits ins Verhältnis gesetzt und das Resultat mit gespeicherten Werten verglichen sowie das Vergleichsergebnis bei der Weiterverarbeitung berücksichtigt werden (Anspruch 5).
- 15 Günstige geometrische Verhältnisse ergeben sich, wenn die Vorwärtsstreustrahlungen der ersten und der zweiten Wellenlänge unter dem gleichen Vorwärtsstreuwinkel sowie die Rückwärtsstreustrahlungen der ersten und der zweiten Wellenlänge unter dem gleichen Rückwärtsstreuwinkel gemessen
- 20 werden (Anspruch 6), was einerseits den Aufwand an optoelektrischen Bauelementen auf zwei LEDs und zwei Fotoempfänger, z.B. Fotodioden, begrenzt und andererseits eine
- 
- im Prinzip gleichartige elektrische Verarbeitung aller vier Messwerte erlaubt.
- 25 Die Streustrahlungen der ersten und der zweiten Wellenlänge können auf gegenüberliegenden Seiten der Messkammer auf der gleichen Hauptachse gemessen werden (Anspruch 7).
- 30 Am besten werden auch die Strahlungen der ersten und der zweiten Wellenlänge von gegenüberliegenden Seiten längs zusammenfallender Strahlungsachsen in das Messvolumen eingestrahlt (Anspruch 8). Die so erhaltene Punktsymmetrie zu dem Zentrum des Messvolumens stellt sicher, dass die ge-
- 35 messenen Streustrahlungsintensitäten aus identischen Messvolumina stammen, was ihre Vergleichbarkeit erleichtert.

Zweckmäßig werden die erste Wellenlänge und die zweite Wellenlänge so gewählt, dass sie nicht in einem ganzzahligen Verhältnis zueinander stehen (Anspruch 9). Wenn nämlich die erste Wellenlänge und die zweite Wellenlänge  
5 z.B. im Verhältnis von 1:2 stehen, würden Partikel, die bei der ersten Wellenlänge z.B. ein besonders großes Vorwärtstreusignal erzeugen auch bei Beleuchtung mit der zweiten Wellenlänge ein nach der Art eines Nebenmaximums überhöhtes Signal erzeugen. Andererseits würden Partikel mit einem  
10 Umfang gleich der längeren Wellenlänge, die dann besonders gut reflektieren, bei der halben Wellenlänge stark absorbieren, also nahezu kein Streulicht erzeugen.

Bei dem derzeitigen Stand der Technologie der Fertigung von  
15 LEDs empfiehlt es sich, die erste Wellenlänge im Bereich der Infrarotstrahlung und die zweite Wellenlänge im Bereich des blauen Lichts oder der ultravioletten Strahlung zu wählen (Anspruch 10).

20 Bevorzugt liegt die erste Wellenlänge im Bereich von 880 nm und die zweite Wellenlänge im Bereich von 475 nm, alternativ 370 nm (Anspruch 11).

---

Das Puls/Pause-Verhältnis der Strahlung der ersten und der  
25 zweiten Wellenlänge ist zweckmäßig größer als 1:10000 und vorzugsweise im Bereich von 1:20000 (Anspruch 12), weil zur Erzielung einer ausreichenden Empfindlichkeit hohe Strahlungsintensitäten notwendig sind. Die hierfür erforderliche elektrische Leistung belastet nicht nur die Stromversorgung  
30 des Melders, sondern führt auch zu einer beträchtlichen Erwärmung der strahlungserzeugenden Chips der LEDs, so dass nach jedem Puls eine ausreichend lange Abkühlzeit erforderlich ist, um eine Überhitzung zu vermeiden.

35 Zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung und damit zur Lösung der zugrundeliegenden Aufgabe eignet sich

ein Streulicht-Brandmelder mit einer mit der Umgebungsluft kommunizierenden Messkammer, die ein Messvolumen begrenzt, in das eine infrarotstrahlende und eine blaustrahlende LED aus unterschiedlichen Richtungen einstrahlen und bei dem  
5 die an in dem Messvolumen befindlichen Partikeln gestreute Strahlung fotoelektrisch gemessen und ausgewertet wird, wobei dieser Melder erfindungsgemäß zwei Fotoempfänger umfasst, die, sich in Bezug auf das Messvolumen gegenüberliegend, eine gemeinsame Hauptachse haben, mit der die  
10 Strahlungsachsen der zwei LEDs einen spitzen Winkel von weniger als  $90^\circ$  einschließen und sich in einem auf der Hauptachse liegenden Punkt schneiden, der im Zentrum des Messvolumens liegt (Anspruch 13).

15 Die LEDs können auf der gleichen Seite der Hauptachse angeordnet sein (Anspruch 14). Der eine Fotoempfänger misst dann die Vorwärtsstreustrahlung der infrarotstrahlenden LED und die Rückwärtsstreustrahlung der blaustrahlenden LED, während der andere Fotoempfänger umgekehrt die Vorwärts-  
20 streustrahlung der blaustrahlenden LED und die Rückwärtsstreustrahlung der infrarotstrahlenden LED misst.

---

Alternativ können die LEDs symmetrisch zu der Hauptachse angeordnet sein (Anspruch 15), so dass der eine Fotoempfänger  
25 beide Vorwärtsstreustrahlungen und der andere Fotoempfänger beide Rückwärtsstreustrahlungen misst.

Bevorzugt sind jedoch die LEDs punktsymmetrisch zu dem Zentrum des Messvolumens angeordnet, so dass ihre Strahlungsachsen zusammenfallen (Anspruch 16). Mithin liegen  
30 sich sowohl die LEDs als auch die Fotoempfänger paarweise genau gegenüber. Das hat den Vorteil, dass die gemessenen vier Streustrahlungsintensitäten jeweils von einem identischen Messvolumen ausgehen. Im übrigen erleichtert diese  
35 symmetrische Anordnung auch die weitgehend reflexionsfreie Gestaltung der Messkammer, ermöglicht einen im wesentlichen



symmetrischen Aufbau der Platine, auf der die LEDs und die Fotoempfänger sitzen und führt zu einer rotationssymmetrischen und damit von der Lufteintrittsrichtung zumindest weitgehend unabhängigen Empfindlichkeit des Melders.

5

Vorzugsweise schließen die Strahlungsachsen der LEDs mit der Hauptachse jeweils einen spitzen Winkel von etwa  $60^\circ$  ein (Anspruch 17). Unter diesem Winkel wird dann die jeweilige Rückwärtsstreustrahlung gemessen, die korrespondierende Vorwärtsstreustrahlung hingegen unter dem Komplementwinkel von  $120^\circ$ . Es hat sich gezeigt, dass dies ein günstiger Kompromiss zwischen dem für die Messung der Rückwärtsstreustrahlung an sich günstigeren Wert von  $70^\circ$  und dem Durchmesser der Messkammer ist, der maßgeblich den Aussendurchmesser des Melders beeinflusst.

Um die Fotoempfänger vor direkter Beleuchtung durch die LEDs und vor Beleuchtung durch an den Wänden der Messkammer reflektierter Strahlung zu schützen sowie die Beleuchtung des Messvolumens durch reflektierte Strahlung gering zu halten, sitzt zweckmäßigerweise jede LED und jeder Fotoempfänger in einem eigenen Tubus; außerdem sind außerhalb des Messvolumens, zwischen den LEDs und den Fotoempfängern, Blenden und Strahlungsfallen angeordnet (Anspruch 18).

25

Das Verfahren nach der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert, die drei Ausführungsformen eines entsprechenden Streulicht-Brandmelders in drei Ausführungsformen veranschaulicht. Es zeigt:

30

Fig. 1 eine in Höhe der optischen Achsen geschnittene Aufsicht auf die die Messkammer tragende Grundplatte des Brandmelders in einer ersten Ausführungsform

35

Fig. 2 die entsprechende Ansicht einer zweiten Ausführungsform

rungsform und

Fig. 3 die entsprechende Ansicht einer dritten Ausführungsform.

5

Das Verfahren nach der Erfindung geht von Folgendem aus:

Je nach Art des brennenden Materials entsteht ein breites Spektrum von Verbrennungsprodukten, die nachfolgend der Einfachheit halber als Aerosole oder auch als Partikel bezeichnet werden. Heisse Brände erzeugen große Mengen von Aerosolen kleinen Durchmessers. Z.B. hat ein 100 Moleküle  $\text{CO}_2$  umfassendes Aerosolgebilde oder Cluster einen Durchmesser von etwa 2,5 nm. Brände mit geringer Energieumsetzung pro Zeiteinheit, also insbesondere sog. Schwelbrände, erzeugen hingegen Aerosole mit einem Durchmesser von bis zu 100  $\mu\text{m}$  und teilweise auch makroskopische Schwebstoffe, z.B. Ascheteilchen. Ein zur Erkennung aller Arten von Bränden geeigneter Streulicht-Brandmelder müßte also Aerosole mit Durchmessern von 2,5 nm bis 100  $\mu\text{m}$  erkennen, d.h. einen Bereich von fünf Zehnerpotenzen abdecken können.

---

Wegen ihres hohen Wirkungsgrades werden als Strahlungsquellen in Streulicht-Brandmeldern bisher in der Praxis ausschließlich infrarotstrahlenden GaAs-LEDs eingesetzt, die eine Wellenlänge  $\lambda$  von 880 nm erzeugen. Die Intensität der von einem Partikel verursachten Streustrahlung hängt in erster Linie von dem Verhältnis des Durchmessers des der Einfachheit halber als Kugel angenommenen Partikels zu der Wellenlänge der einfallenden Strahlung ab. Daneben spielen zwar auch die Form und der Absorptionskoeffizient des Partikels eine Rolle, jedoch sind diese Parameter im vorliegenden Zusammenhang naturgemäß nicht beeinflussbar. Für einen Partikeldurchmesser unterhalb von  $0,1 \lambda$  nimmt die sog. Rayleigh-Streuung proportional zu  $\lambda^4$  ab. Daraus folgt, dass mit infrarotstrahlenden LEDs arbeitende Brandmelder

für Partikeldurchmesser von weniger als rd. 90 nm eine steil abfallende Empfindlichkeit haben. Hinzu kommt, dass die Rayleigh-Streuung nicht omnidirektional ist sondern ausgeprägte Maxima bei  $0^\circ$  und  $180^\circ$  sowie ausgeprägte Minima bei  $90^\circ$  und bei  $270^\circ$  hat. Für Partikel mit Durchmessern von  $0,1 \lambda$  bis  $3 \lambda$ , im Fall einer infrarotstrahlenden LED also von rd. 90 nm bis rd.  $2,5 \mu\text{m}$ , ist hingegen die Mie-Streuung maßgebend, die noch stärker richtungsabhängig als die Rayleigh-Streuung ist und außerdem destruktive und konstruktive Interferenzeffekte durch Wechselwirkung der eingestrahnten mit der an dem Partikel reflektierten Strahlung zeigt. Oberhalb von  $3 \lambda$  ist die Streuintensität weitgehend wellenlängenunabhängig und in erster Linie von der Art und Form des Partikels abhängig.

Daraus folgt, dass die geringe Empfindlichkeit von Streulicht-Brandmeldern für heisse Brände, z.B. offene Holzfeuer, durch die im Verhältnis zu dem Durchmesser der nachzuweisenden Partikel große Wellenlänge der Infrarotstrahlung bedingt ist. Dem kann weder durch Erhöhung der Verstärkung des von den Fotoempfängern gelieferten Signals noch durch Erhöhung der Intensität der eingestrahnten Strahlung begegnet werden, weil in beiden Fällen die Empfindlichkeit des Melders für große und makroskopische Partikel, z.B. Stäube, Dämpfe aus industriellen Prozessen und Zigarettenrauch zu groß wird.

Durch abwechselndes Bestrahlen des Messvolumens mit infraroter Strahlung und blauem Licht sowie getrennte Verarbeitung der den empfangenen Streustrahlungen proportionalen Signale kann zwar, wie aus der einleitend genannten WO 01/59 737 grundsätzlich bekannt, die Empfindlichkeit des Melders für Partikel kleinen Durchmessers, insbesondere solche, für die die Rayleigh-Streuung maßgebend ist, beträchtlich gesteigert werden. Es läßt sich leicht rechnerisch zeigen, dass die Empfindlichkeit sich um den Faktor

10 und mehr erhöht. Die Steigerung der Empfindlichkeit des Melders für Partikel kleinen Durchmessers reicht jedoch für sich allein zur Gewinnung einer sicheren Alarmentscheidung, d.h. zur Vermeidung von Falsch- oder Täuschungsalar-men, nicht aus. Insbesondere trifft es entgegen der in der WO 01/59 737 getroffenen Annahme nicht zu, dass die Bestrahlung des Messvolumens mit blauem Licht für große und für kleine Partikel Streustrahlungen etwa gleicher Intensität liefert. Diesseitige Untersuchungen haben vielmehr gezeigt, dass gerade kleine Partikel im infraroten Bereich und bei blauem Licht Streustrahlungen sehr ähnlicher Intensität liefern, und zwar sowohl im Vorwärts- als auch - mit niedrigerem Pegel - im Rückwärtsstrahlungsbereich. Wie sich weiter gezeigt hat, ermöglicht erst die Hinzunahme der Winkelabhängigkeit der Intensität der Streustrahlungen die Gewinnung sicherer Kriterien, die eine Unterscheidung zwischen Täuschungsgrößen und Brandfolgeprodukten weitgehend unabhängig von der Art des Brandgutes ermöglichen.

20 Erfindungsgemäß werden deshalb in jedem Messzyklus vier Streustrahlungsintensitäten gemessen, nämlich die Vorwärtsstreustrahlung und die Rückwärtsstreustrahlung im infraroten Bereich und die gleichen Werte im Bereich blauen Lichts. Von den zu den gemessenen Intensitäten proportionalen Signalpegeln werden zur Vergrößerung der Messdynamik und zur Vereinfachung der weiteren Verarbeitung die korrespondierenden Ruhewertpegel, vorzugsweise mit einem Sicherheitsabschlag (entsprechend einer Multiplikation der Ruhewertpegel mit einem Faktor  $<1$ ), subtrahiert. Die so erhaltenen Ergebniswerte werden dann in einer Auswertelogik mit gespeicherten Werten, insbesondere Schwellwerten, verglichen. Zusätzliche Informationen werden durch Bildung der Quotienten der Ergebniswerte und neuerlichen Vergleich mit gespeicherten Bezugswerten gewonnen. Die Resultate dieser Operationen können ihrerseits, z.B. abgestimmt auf die jeweilige Umgebung, in der der Melder eingesetzt wird,

verknüpft und bewertet werden. Auf dieser Weise lassen sich eine Reihe aussagekräftiger Zwischenergebnisse, z.B. für unterschiedliche Voralarme, und schließlich auch Alarmsignale gewinnen.

5

In Fig. 1 ist eine erste, bevorzugte Ausführungsform eines zur Durchführung dieses Verfahrens geeigneten Melders dargestellt. Auf einer Grundplatte 1.7 ist ein mit einem dünnen Kreis schematisch angedeutetes, kugelförmiges Messvolumen mit einem Zentrum 1.5 definiert. In dieses Messvolumen sendet eine infrarotstrahlende LED 1.1a längs einer ersten Strahlungsachse. Ihr genau gegenüber liegt eine blaustrahlende LED 1.1b, die in das Messvolumen längs einer zweiten Strahlungsachse sendet. Die erste und die zweite Strahlungsachse fallen zusammen. Unter einem Winkel von  $\alpha = 120^\circ$  zu dieser gemeinsamen Strahlungsachse verläuft eine Hauptachse ebenfalls durch das Zentrum 1.5 des Messvolumens. Einander gegenüberliegend, sind auf dieser Hauptachse eine erste Fotodiode 1.2a und 1.2b angeordnet. Somit schließt die Hauptachse, auf der die jeweiligen Empfangsachsen der beiden Fotodioden liegen, mit der ersten Strahlungsachse der "infraroten" LED 1.1a einen spitzen Winkel  $\beta = 60^\circ$  ein. Denselben spitzen Winkel schließt dementsprechend die Hauptachse mit der (zweiten) Strahlungsachse der "blauen" LED 1.1b ein. Mithin misst die Fotodiode 1.2a die von der "infraroten" LED 1.1a an Partikeln in dem Messvolumen erzeugte, infrarote Vorwärtsstreustrahlung unter einem Winkel von  $120^\circ$  und die an der "blauen" LED 1.1b erzeugte, blaue Streustrahlung unter einem Rückwärtsstreuwinkel von  $60^\circ$ . Umgekehrt misst die Fotodiode 1.2b die blaue Vorwärtsstreustrahlung, die von der "blauen" LED 1.1b erzeugt wird, unter dem Winkel  $\alpha$  von  $120^\circ$  und die infrarote Rückwärtsstreustrahlung, die von der "infraroten" LED 1.1a erzeugt wird, unter einem Rückwärtsstreuwinkel von  $60^\circ$ . Zur Vermeidung von Störreflexionen befinden sich die LEDs und die Fotodioden in Tuben wie etwa 1.6. Aus dem gleichen Grund

sind zwischen den LEDs und den Fotodioden geeignet geformte Blenden wie 1.3a, 1.3b sowie 1.4a und 1.4b angeordnet.

Auf der Grundplatte 1.7 sind weitere Sensoren, z.B. bei 1.8  
5 ein Temperaturfühler und bei 1.9 ein Gassensor, angeordnet.

Wie üblich, befindet sich unter der Grundplatte 1.7 eine Schaltungsplatine zur Erzeugung der Stromimpulse für die LEDs 1.1a und 1.1b sowie zur Verarbeitung der von den Fotodioden 1.2a und 1.2b gelieferten elektrischen Signale. Wie  
10 ebenfalls üblich, ist die Grundplatte 1.7 in einem Melder-gehäuse (nicht dargestellt) untergebracht, das einen Austausch zwischen der Umgebungsluft und der Luft in der Messkammer zulässt, jedoch Fremdlicht von der Messkammer fern-  
15 hält.

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform des Melders, mit den gleichen Komponenten wie in Figur 1, jedoch in anderer geometrischer Anordnung. Um dies zu verdeutlichen, ist die  
20 erste Ziffer der jeweiligen Bezugszeichen statt "1" hier "2".

---

Im Unterschied zu Figur 1 fallen nur die durch das Messzentrum 2.5 gehenden Strahlungsachsen der infrarotstrahlenden LED 2.1a und der blaustrahlenden LED 2.1b zusammen. Mit  
25 der Strahlungsachse ersterer schließt die Empfangsachse der Fotodiode 2.2a einen Winkel  $\alpha_1 = 120^\circ$  und mit der Strahlungsachse der blaustrahlenden LED 2.1b einen Winkel  $\beta_2 = 60^\circ$  ein. Die Empfangsachse der Fotodiode 2.2b schließt  
30 umgekehrt mit der Strahlungsachse der infrarotstrahlenden LED 2.1a einen Winkel  $\alpha_1 = 60^\circ$  und mit der Strahlungsachse der blaustrahlenden LED 2.1b einen Winkel  $\alpha_2 = 120^\circ$  ein. Dementsprechend misst die erste Fotodiode 2.2a die Vorwärtsstreustrahlung der "infraroten" LED 2.1a und die Rückwärtsstreustrahlung der "blauen" LED 2.1b. Die zweite Fotodiode 2.2b misst umgekehrt die Vorwärtsstreustrahlung, die  
35

von der "blauen" LED 2.1b erzeugt wird und die Rückwärtsstreustrahlung, die von der "infraroten" LED 2.1a erzeugt wird.

- 5 Die Fotodioden 2.2a bzw. 2.2b können ihre Position mit den LEDs 2.1a bzw. 2.1b vertauschen, so dass sich dann die beiden Fotodioden in Bezug auf das Messzentrum 2.5 genau gegenüberliegen.
- 10 Diese geometrische Anordnung der vier Komponenten, d.h. der zwei LEDs und der zwei Fotodioden, ist weniger günstig als diejenige gemäß Figur 1, weil nur 75 % der vier gemessenen Streustrahlungen jeweils aus dem gleichen Meßvolumen stammen. Dies veranschaulichen die Schnittflächen zwischen den
- 15 Strahlungsbündeln, die stark vereinfacht, nämlich unter Ausserachtlassung der Winkelabhängigkeit sowohl der Intensität der gesendeten Strahlungen als auch der Empfindlichkeit der Fotodioden sowie der an den unvermeidbaren Kanten auftretenden Beugungseffekte, dargestellt sind. Bei Meldern, die - wie im Ausführungsbeispiel - weitere Sensoren wie 2.8 und 2.9 enthalten, kommt hinzu, dass das Messzentrum 2.5 stark exzentrisch zur Mitte der Grundplatte 2.7
- 20 ~~liegt. Das hat zur Folge, dass die Empfindlichkeit des Melders nicht wie im Fall der ersten Ausführungsform omnidirektional sondern abhängig von der Richtung ist, aus der die Brandfolgeprodukte in den Melder und dessen Messvolumen eintreten.~~
- 25

Figur 3 zeigt eine dritte Ausführungsform des Melders, mit den gleichen Komponenten wie in Fig. 2, jedoch in anderer geometrischer Anordnung. Um dies zu verdeutlichen, ist die erste Ziffer des jeweiligen Bezugszeichens statt "2" hier "3".

- 35 Im Unterschied zu Fig. 1 fallen nur die durch das Messzentrum 3.5 gehenden Empfangsachsen der Fotodioden 3.2a und

3.2b zusammen. Diese Empfangsachsen bilden die Hauptachse. Mit letzterer schließt die "infrarote" LED 3.1a einen spitzen Winkel  $\beta_1 = 60^\circ$  und einen stumpfen Winkel  $\alpha_1 = 120^\circ$  ein. Der "infraroten" LED 3.1a in Bezug auf die Hauptachse gegenüber liegt die "blaue" LED 3.1b, die dementsprechend mit der Hauptachse den spitzen Winkel  $\beta_2 = 60^\circ$  und den stumpfen Winkel  $\alpha_2 = 120^\circ$  einschließt. Somit empfängt die Fotodiode 3.2a sowohl die infrarote Vorwärtsstreustrahlung als auch die blaue Vorwärtsstreustrahlung, während die Fotodiode 3.2b sowohl die infrarote Rückwärtsstreustrahlung als auch die blaue Rückwärtsstreustrahlung empfängt.

Anders als im Fall der Fig. 2 können bei dieser Ausführungsform die zwei LEDs und die zwei Fotodioden nicht positionsvertauscht angeordnet werden, denn in diesem Fall würden die beiden Fotodioden gleichzeitig die Vorwärtsstreustrahlung der einen LED und anschließend die Rückwärtsstreustrahlung der anderen LED messen, also zwar vier Messwerte liefern, von denen jedoch jeweils zwei paarweise zumindest annähernd gleich wären.

Wie im Fall der Fig. 2 stammen auch bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 nur 75 % der vier gemessenen Streustrahlungen jeweils aus dem gleichen Messvolumen. Günstiger als im Fall der Fig. 2 ist, dass das Messvolumen auch dann, wenn der Melder weitere Sensoren wie 3.8 und 3.9 enthält, näher an der Mitte der Grundplatte 3.7 liegt, so dass die Empfindlichkeit des Melders weniger stark abhängig von der Richtung ist, aus der die Brandfolgeprodukte in den Melder eintreten. Ebenfalls günstiger als im Vergleich zu Fig. 2 ist bei der Geometrie gemäß Fig. 3 die Anordnung aller Blenden 3.3a, 3.3b und 3.4a, 3.4b nahe dem Messvolumen und im wesentlichen symmetrisch um dieses herum. Unter sonst gleichen Verhältnissen bedingt jedoch die Positionierung der "blauen" LED 3.1b einen im Vergleich zu Fig. 1 größeren Durchmesser der Grundplatte 3.7.



Zwar gilt für alle Ausführungsformen, dass die Streustrahlungen unter Winkeln von  $120^\circ$  bzw. von  $60^\circ$  gemessen werden. Die Einhaltung dieser Winkel ist jedoch keine notwendige Bedingung für die Durchführung des mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens. Wichtig ist lediglich, dass die Winkel so gewählt werden, dass sich in Vorwärtsstreurichtung und in Rückwärtsstreurichtung einerseits ausreichend hohe Intensitäten, andererseits für möglichst viele unterschiedliche Brandfolgeprodukte ausreichend unterschiedliche Intensitäten im Vorwärtsstreubereich und im Rückwärtsstreubereich der betreffenden Partikel messen lassen.

15

20

25

30

35

## P a t e n t a n s p r ü c h e

- 5
1. Verfahren zur Branderkennung nach dem Streulichtprinzip durch gepulste Einstrahlung einer Strahlung einer ersten Wellenlänge längs einer ersten Strahlungsachse sowie einer Strahlung einer zweiten, demgegenüber kürzeren Wellenlänge längs einer zweiten Strahlungsachse in ein Messvolumen und Messung der an in dem Messvolumen befindlichen Partikeln gestreuten Strahlungen unter einem Vorwärtsstreuwinkel von mehr als  $90^\circ$  und unter einem Rückwärtsstreuwinkel von weniger als  $90^\circ$ , dadurch gekennzeichnet, dass die Vorwärtsstreustrahlungen und die Rückwärtsstreustrahlungen der ersten und der zweiten Wellenlänge getrennt voneinander gemessen und ausgewertet werden.
- 10
- 15
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von den Signalpegeln, die den vier gemessenen Intensitäten der Streustrahlungen entsprechen, die korrespondierenden Ruhewertpegel, multipliziert mit einem Faktor  $\leq 1$ , subtrahiert werden, dass die Ergebnismwerte gewichtet werden und dass die gewichteten Werte in einer Auswertelogik verrechnet, mit gespeicherten Werten verglichen, die Vergleichsergebnisse verknüpft und bewertet werden sowie ergebnisabhängig mindestens ein Alarmsignal erzeugt wird.
- 25
- 30
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen den gewichteten Werten der Vorwärtsstreustrahlungsintensität und der Rückwärtsstreustrahlungsintensität der ersten Wellenlänge und das Verhältnis zwischen den gewichteten Werten der Vorwärtsstreustrahlungsintensität und der Rückwärts-
- 35

- streustrahlungsintensität der zweiten Wellenlänge gebildet werden, und dass die ermittelten Verhältniswerte in einer Auswertelogik verrechnet, mit gespeicherten Werten verglichen, die Vergleichsergebnisse verknüpft und bewertet werden sowie ergebnisabhängig mindestens ein Alarmsignal erzeugt wird.
- 5
4. Verfahren nach einem der Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der gewichteten Werte der Vorwärtsstreustrahlungsintensitäten der ersten und der zweiten Wellenlänge zueinander und das Verhältnis der gewichteten Werte der Rückwärtsstreustrahlungsintensitäten der ersten und der zweiten Wellenlänge zueinander gebildet werden, und die ermittelten Verhältniswerte in einer Auswertelogik verrechnet, mit gespeicherten Werten verglichen, die Vergleichsergebnisse verknüpft und bewertet werden sowie ergebnisabhängig mindestens ein Alarmsignal erzeugt wird.
- 10
- 15
- 20
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die ermittelten Verhältniswerte ihrerseits ins Verhältnis gesetzt werden und das Resultat mit gespeicherten Werten verglichen sowie das Vergleichsergebnis bei der Weiterverarbeitung berücksichtigt wird.
- 25
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorwärtsstreustrahlungen der ersten und der zweiten Wellenlänge unter dem gleichen Vorwärtsstreuwinkel sowie die Rückwärtsstreustrahlungen der ersten und der zweiten Wellenlänge unter dem gleichen Rückwärtsstreuwinkel gemessen werden.
- 30
- 35 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Streustrahlungen der ersten

und der zweiten Wellenlänge auf gegenüberliegenden Seiten der Messkammer auf der gleichen Hauptachse gemessen werden.

- 5 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungen der ersten und der zweiten Wellenlänge von gegenüberliegenden Seiten längs zusammenfallender Strahlungsachsen in das Messvolumen eingestrahlt werden.
- 10 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Wellenlänge und die zweite Wellenlänge so gewählt werden, dass sie nicht in einem ganzzahligen Verhältnis zueinander stehen.
- 15 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Wellenlänge im Bereich der Infrarotstrahlung liegt und dass die zweite Wellenlänge im Bereich des blauen Lichts oder der
- 20 ultravioletten Strahlung liegt.
- 
- 25 ~~11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Wellenlänge im Bereich von 880 nm liegt und dass die zweite Wellenlänge im Bereich von 475 nm, alternativ 370 nm liegt.~~
- 30 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Puls/Pause-Verhältnis der Strahlung der ersten und der zweiten Wellenlänge größer als 1:10000 und vorzugsweise im Bereich von 1:20000 gewählt wird.
- 35 13. Streulicht-Brandmelder mit einer mit der Umgebungsluft kommunizierenden Messkammer, die ein Messvolumen begrenzt, in das eine infrarotstrahlende und eine blaustrahlende LED aus unterschiedlichen Richtungen

einstrahlen und die an in dem Messvolumen befindlichen Partikeln gestreute Strahlung fotoelektrisch gemessen und ausgewertet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Melder zwei Fotoempfänger umfasst, dass die zwei Fotoempfänger sich in Bezug auf das Messvolumen gegenüber auf einer gemeinsamen Hauptachse liegen und dass die Strahlungsachsen der zwei LEDs mit dieser Hauptachse einen spitzen Winkel von weniger als  $90^\circ$  einschließen und sich in einem auf der Hauptachse liegenden Punkt schneiden, der im Zentrum des Messvolumens liegt.

14. Melder nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die LEDs auf der gleichen Seite der Hauptachse angeordnet sind.

15. Melder nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die LEDs symmetrisch zu der Hauptachse angeordnet sind.

20 16. Melder nach Anspruch 13 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die LEDs punktsymmetrisch zu dem Zentrum des Messvolumens angeordnet sind, ~~so dass ihre Strahlungsachsen zusammenfallen.~~

25 17. Melder nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsachsen der LEDs mit der Hauptachse jeweils einen spitzen Winkel von etwa  $60^\circ$  einschließen.

30 18. Melder nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass jede LED und jeder Fotoempfänger in einem eigenen Tubus sitzt, und dass in der Messkammer, außerhalb des Messvolumens, zwischen den LEDs und den Fotoempfängern Blenden und Strahlungsfallen  
35 angeordnet sind.

19. Melder nach einem der Ansprüche 13 oder 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Fotoempfänger die Vorwärtsstreustrahlung der infrarotstrahlenden LED und die Rückwärtsstreustrahlung der blaustrahlenden LED sowie der zweite Fotoempfänger die Rückwärtsstreustrahlung der infrarotstrahlenden LED und die Vorwärtsstreustrahlung der blaustrahlenden LED empfängt.
-

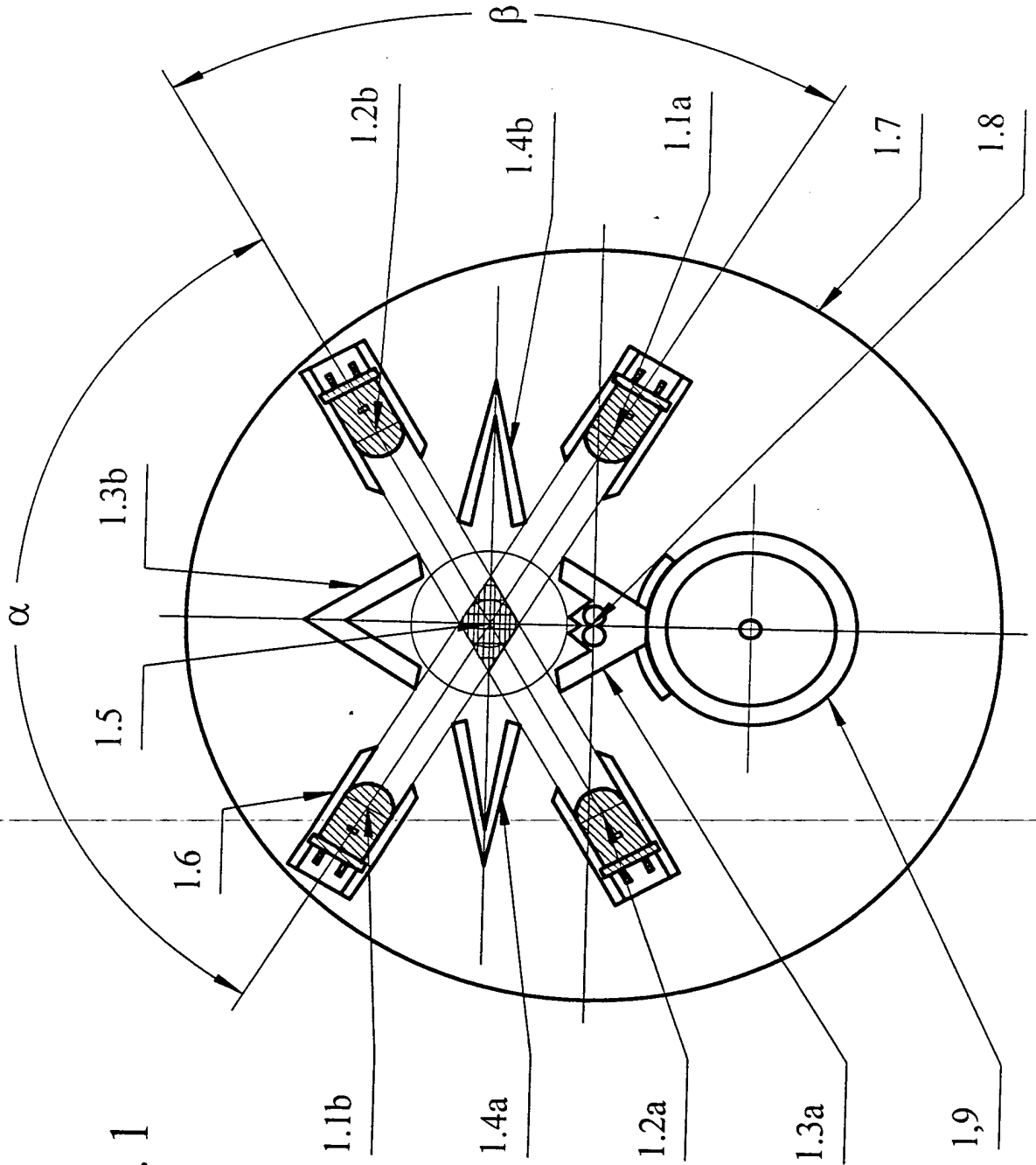
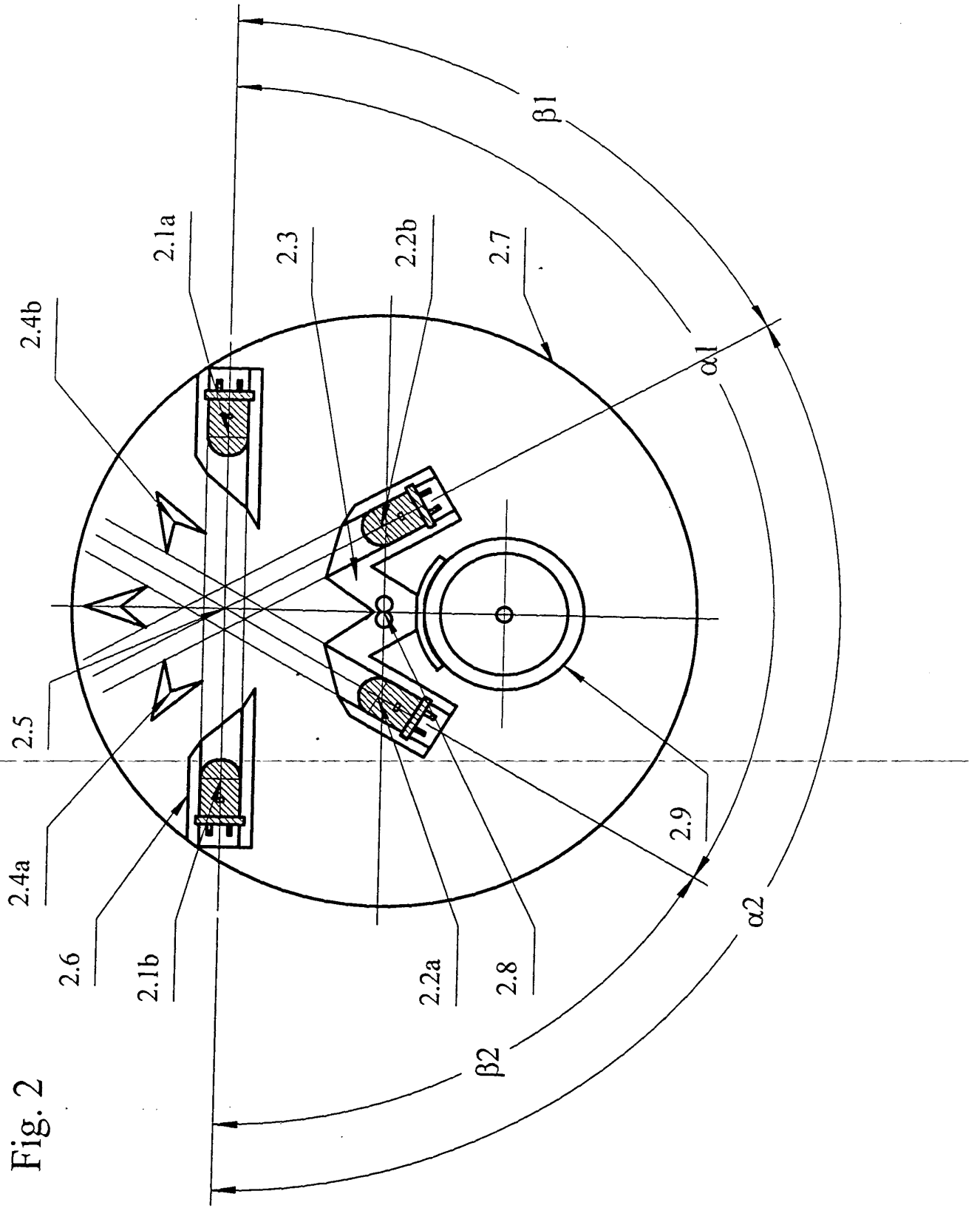


Fig. 1

Fig. 2





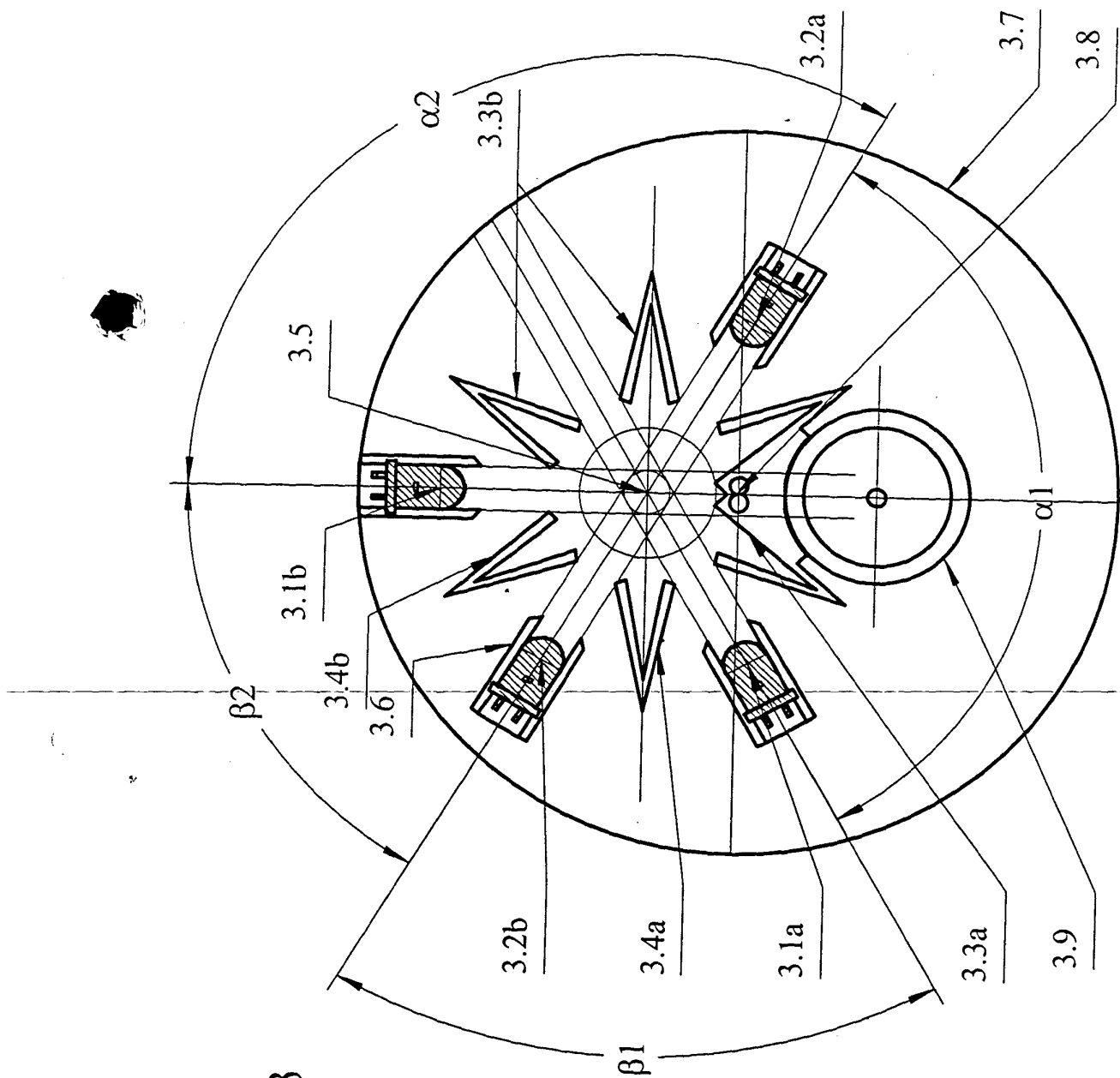


Fig. 3